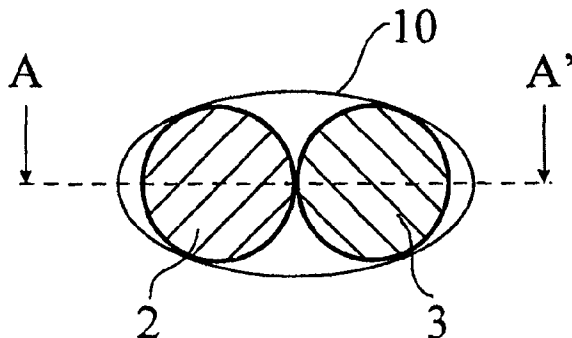




PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : F16B 7/04, 1/00</p>	A1	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/06917</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 10. Februar 2000 (10.02.00)</p>		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 50%; vertical-align: top;"><p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/01691</p><p>(22) Internationales Anmeldedatum: 5. Juni 1999 (05.06.99)</p><p>(30) Prioritätsdaten: 198 34 305.1 30. Juli 1998 (30.07.98) DE</p><p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): G. RAU GMBH & CO. [DE/DE]; Kaiser-Friedrich-Strasse 7, D-75172 Pforzheim (DE).</p><p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): NUSSKERN, Hans [DE/DE]; Bechtbrunnenstrasse 22, D-75181 Pforzheim (DE). DAHM, Viktor [DE/DE]; Am Rieberg 11, D-75179 Pforzheim (DE).</p><p>(74) Anwälte: PFEIFER, Hans-Peter usw.; Beiertheimer Allee 19, D-76137 Karlsruhe (DE).</p></td><td style="width: 50%; vertical-align: top;"><p>(81) Bestimmungsstaaten: DE, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p><p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p></td></tr></table>			<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/01691</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 5. Juni 1999 (05.06.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 34 305.1 30. Juli 1998 (30.07.98) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): G. RAU GMBH & CO. [DE/DE]; Kaiser-Friedrich-Strasse 7, D-75172 Pforzheim (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): NUSSKERN, Hans [DE/DE]; Bechtbrunnenstrasse 22, D-75181 Pforzheim (DE). DAHM, Viktor [DE/DE]; Am Rieberg 11, D-75179 Pforzheim (DE).</p> <p>(74) Anwälte: PFEIFER, Hans-Peter usw.; Beiertheimer Allee 19, D-76137 Karlsruhe (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: DE, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/01691</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 5. Juni 1999 (05.06.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 34 305.1 30. Juli 1998 (30.07.98) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): G. RAU GMBH & CO. [DE/DE]; Kaiser-Friedrich-Strasse 7, D-75172 Pforzheim (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): NUSSKERN, Hans [DE/DE]; Bechtbrunnenstrasse 22, D-75181 Pforzheim (DE). DAHM, Viktor [DE/DE]; Am Rieberg 11, D-75179 Pforzheim (DE).</p> <p>(74) Anwälte: PFEIFER, Hans-Peter usw.; Beiertheimer Allee 19, D-76137 Karlsruhe (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: DE, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>			
<p>(54) Title: MECHANICAL CONNECTING ELEMENT</p> <p>(54) Bezeichnung: MECHANISCHES VERBINDUNGSELEMENT</p> <p>(57) Abstract</p> <p>The invention relates to mechanical connecting elements for mechanically connecting components (2, 3). According to the invention, an elastically deformable tension element (10) is provided which comprises a springy material made of a superelastic shape memory alloy, especially of a nickel-titanium alloy, which is elastically stretched in the tension element (10).</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Die Erfindung betrifft Verbindungselemente zum mechanischen Verbinden von Bauelementen (2, 3). Es wird vorgeschlagen, ein elastisch verformbares Spannelement (10) zu verwenden, das einen Federwerkstoff aus einer superelastischen Formgedächtnislegierung, insbesondere einer Nickel-Titan-Legierung, umfaßt, der in dem Spannelement (10) elastisch gedehnt ist.</p>				



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Letland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshjan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauritanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Mechanisches Verbindungselement

Die Erfindung betrifft ein Verbindungselement zum mechanischen Verbinden von Bauelementen, umfassend ein elastisch verformbares Spannelement, das im elastisch verformten Zustand eine Haltekraft auf mindestens ein durch das Verbindungselement verbundenes Bauelement ausübt, durch die eine kraftschlüssige Verbindung des mindestens einen Bauelements mit dem Spannelement oder einem anderen Bauelement bewirkt wird. Die Erfindung richtet sich insbesondere auf das Verbinden von längserstreckten, drahtförmigen Bauelementen wie Profilen und Rohren, auch mit kleinen Durchmessern im Bereich weniger Millimeter oder kleiner. Unter Verbindung wird dabei ein Anschluß eines Spannelements an ein zu verbindendes Bauelement oder das Verbinden von zwei oder mehr Bauelementen untereinander verstanden. Insbesondere richtet sich die Erfindung auf das mechanische Verbinden von Bauelementen, die aus einem schlecht schweiß- oder lötbaren Material bestehen, zum Beispiel aus einer Nickel-Titan-Legierung.

In vielen Bereichen der Technik besteht das Erfordernis, Bauelemente mechanisch zu verbinden, wobei auch solche

Verbindungen gewünscht sind, die sich erforderlichenfalls wieder lösen lassen. Eine gebräuchliche Methode besteht darin, ein elastisch verformbares Spannelement zu verwenden, das im elastisch verformten Zustand eine Haltekraft auf ein zu verbindendes Bauelement ausübt und die Haltekraft eine kraftschlüssige Verbindung des Bauelements mit dem Spannelement oder einem anderen Bauelement bewirkt. Dabei gibt es prinzipiell zwei Möglichkeiten, das Spannelement elastisch zu verformen.

Die erste Variante besteht darin, das Spannelement aus einer entspannten Ausgangslage mittels einer elastischen Verformung in eine vorgespannte Lage zu bringen, in der es verformt und elastisch gedehnt ist. In der vorgespannten Lage kann dann das mindestens eine zu verbindende Bauelement in das Spannelement eingesetzt werden (oder gegebenenfalls umgekehrt das Spannelement in das Bauelement). Anschließend läßt man das Spannelement in eine weniger gespannte Lage zurückkehren, in der es eine von der elastischen Verformung ausgehende Haltekraft auf das verbundene Bauelement ausübt, durch die die kraftschlüssige Verbindung bewirkt wird.

Die zweite Möglichkeit besteht darin, das Spannelement aus einer entspannten Ausgangslage in eine gespannte Lage zu bringen, in der die von der Dehnung erzeugte mechanische Spannung die Haltekraft erzeugt. Dabei kann das Spannelement gegebenenfalls vor dem Einführen des zu verbindenden Bauelements in einer entgegengesetzten Richtung vorgespannt werden.

So ist es beispielsweise im Stand der Technik bekannt, Sechskant-Stiftschlüssel an ihrem Ende mit gewickelten Federn aus Stahl zu versehen, die derart um das Schlüsselende gewickelt sind, daß aufgrund der Federspannung

die Feder den Stift kraftschlüssig einspannt, so daß der Schlüssel mittels der Feder an einem Schlüsselbund befestigt werden kann. Die Feder kann gemäß der ersten beschriebenen Variante dabei zum Einführen des Schlüssels geweitet werden und übt in einer teilentspannten Lage die Haltekraft aus. Andererseits kann die Feder aber auch gemäß der zweiten beschriebenen Variante, die gewisse Ähnlichkeiten zum Crimpen aufweist, auf den Schlüssel aufgesetzt und den Durchmesser verkleinernd zusammengezogen werden; auch dabei bildet sich durch die Umwicklung des Schlüsselendes eine Haltekraft aus.

Ein anderes aus dem Stand der Technik bekanntes Beispiel sind schrumpfende Verbindungsmuffen zur Verbindung zweier stirnseitig aneinander stoßender Rohre, z.B. gemäß der Literaturstelle Engineering Aspects of Shape Memory Alloys, Duerig, Melton, Stöckel, Wayman, Verlag Butterworth-Heinemann Ltd., 1990 oder gemäß DE 4026644 C1. Dabei wird eine Formgedächtnislegierung mit einem unterdrückten Formgedächtniseffekt in Form einer Muffe um die Verbindungsstelle gelegt und geschrumpft. Der gesamte nutzbare Schrumpfeffekt beträgt nach Abzug des Montagespiels, der Substrattoleranz, der Substratverformung beim Schrumpfen und des unterdrückten Formgedächtniseffekts insgesamt etwa drei bis vier Prozent, so daß die Toleranzen genau eingehalten werden müssen, um eine zuverlässige Verbindung herzustellen. Diesen Schrumpfverbindungen liegt der Einwegeffekt zugrunde, was bedeutet, daß die Verbindungen nicht mehr lösbar sind. Der beim Schrumpfvorgang zum Verbinden ausgenutzte Effekt beruht auf einer Phasenumwandlung, bei der sich das Gefüge des Materials der Schrumpfmuffe ändert.

Der Erfindung liegt unter Berücksichtigung dieses Standes der Technik die Aufgabe zugrunde, ein Verbindungselement

zum mechanischen Verbinden von Bauelementen zu schaffen, das größere Toleranzen und Maßabweichungen bei dem Spannelement und/oder den Bauelementen zuläßt und dennoch eine hohe Haltekraft erzeugt. Die Festigkeit der Verbindung und die erzeugte Haltekraft soll groß sein. Ferner ist es wünschenswert, wenn die hergestellte Verbindung bei Bedarf wieder lösbar ist.

Die erfindungsgemäße Lösung bei einem Verbindungselement zum mechanischen Verbinden von Bauelementen, umfassend ein elastisch verformbares Spannelement, das im elastisch verformten Zustand eine Haltekraft auf mindestens ein verbundenes Bauelement ausübt, durch die eine kraftschlüssige Verbindung des mindestens einen Bauelements mit dem Spannelement oder einem anderen Bauelement bewirkt wird, besteht darin, daß das Spannelement einen Federwerkstoff aus einer superelastischen Formgedächtnislegierung, insbesondere einer Nickel-Titan-Legierung umfaßt, der in dem Spannelement elastisch (rein elastisch, superelastisch) gedehnt ist.

Bei Legierungen, die annähernd gleich viele Titan- und Nickel-Atome enthalten, sind besondere Effekte zu beobachten, aufgrund derer solche Legierungen auch Formgedächtnis-Legierungen genannt werden. Die Effekte beruhen auf einer thermoelastischen martensitischen Phasenumwandlung, d.h. einer temperaturabhängigen Änderung der Kristallstruktur: bei hohen Temperaturen ist die Legierung austenitisch, bei niedrigen Temperaturen dagegen martensitisch. Nach T. W. Duerig und H. R. Pelton, ("TI-NI Shape Memory Alloys", in: Materials Properties Handbook: Titanium Alloys, 1994, S. 1035-1048, ASM International 1994) sind bei Formgedächtnis-Legierungen zwei Eigenschaften zu unterscheiden. Legierungen mit einem Titangehalt zwischen 49,7 bis 50,7 Atom% zeigen ein thermisches

Formgedächtnis, auch Shape-Memory genannt, Legierungen mit einem Titangehalt von 49,0 bis 49,4 Atom% ein mechanisches Formgedächtnis, auch Superelastizität genannt. Nicht nur binäre Nickel-Titan-Legierungen können die genannten Eigenschaften haben. Eine Formgedächtnis-Legierung kann ternäre Bestandteile (z.B. Eisen, Chrom oder Aluminium) enthalten. Das Verhältnis von Nickel und Titan sowie die Anwesenheit ternärer Beimengungen haben großen Einfluß auf die Ausprägung des thermischen und mechanischen Formgedächtnisses.

Um für Bauelemente wie beispielsweise die oben beschriebenen Schrumpfmuffen das thermische Formgedächtnis zu nutzen, wird eine Legierung mit geeigneter Zusammensetzung durch Abkühlen diffusionslos vom austenitischen Gefüge in das martensitische Gefüge umgewandelt. Eine anschließende Verformung eines aus dieser Legierung gefertigten Bauteiles kann durch eine thermische Behandlung des Bauelementes (Erwärmen auf Temperaturen oberhalb einer bestimmten Umwandlungstemperatur) wieder rückgängig gemacht werden. Dabei wird das ursprüngliche austenitische Gefüge wieder eingestellt, und das Bauteil nimmt seine ursprüngliche Gestalt an. Als Umwandlungstemperatur wird im allgemeinen die Temperatur bezeichnet, bei der der Martensit vollständig in Austenit umgewandelt ist. Die Umwandlungstemperatur ist stark von der Zusammensetzung der Legierung und in dem Bauteil herrschenden Spannungen abhängig. Bauelemente, die ein thermisches Formgedächtnis zeigen, können Bewegungen erzeugen und/oder Kräfte ausüben.

Der mechanische Formgedächtniseffekt tritt bei einem Bauelement aus einer geeigneten Legierung mit austenitischem Gefüge ein, wenn das Bauelement in einem bestimmten Temperaturbereich verformt wird. Dabei ist es für das auste-

nitische Gefüge energetisch günstiger, sich spannungsin-
duziert in Martensit umzuwandeln, wobei elastische Deh-
nungen von bis zu zehn Prozent erreicht werden können.
Bei Entlastung kehrt das Gefüge wieder in die austeniti-
sche Phase zurück. Bauelemente aus einer derartigen Le-
gierung werden daher zum Speichern von Deformations-
energie verwendet.

Legierungen, die die oben beschriebenen Eigenschaften
zeigen, sind unter den Begriffen Nickel-Titan, Titan-
Nickel, Tee-nee, Memorite^R, Nitinol, Tinel^R, Flexon^R,
Euroflex^R und Shape-Memory-Alloys bekannt. Dabei beziehen
sich diese Begriffe nicht auf eine einzelne Legierung mit
einer bestimmten Zusammensetzung, sondern auf eine Fami-
lie von Legierungen, die die beschriebenen Eigenschaften
zeigen.

In vielen technischen Gebieten, z.B. der Medizintechnik
und der Feinmechanik, besteht aufgrund der besonderen Ei-
genschaften von Nickel-Titan-Legierungen ein großes In-
teresse, aus Formgedächtnis-Legierungen gefertigte Bau-
elemente einzusetzen, auch in Form von Rohren, insbeson-
dere mit kleinem Außendurchmesser. In der Mechanik können
sie beispielsweise für Schalt-, Stellelemente oder Ven-
tile benutzt werden. Auch in der Medizintechnik werden
Formgedächtnis-Legierungen in zunehmendem Maße verwendet,
da Bauteile aus derartigen Legierungen körperverträglich
und ermüdungsfest sind und im Falle von superelastischen
Legierungen auch eine hohe Knickfestigkeit zeigen. Bei-
spiele für den Einsatz von Nickel-Titan-Legierungen in
der Medizintechnik sind Führungsdrähte für Katheter, Ge-
fäßstützen (Stents) sowie endoskopische und laparosko-
pische Instrumente für die minimalinvasive Diagnose und
Therapie.

Die besondere Eigenschaft superelastischer Formgedächtnislegierungen, die darin besteht, daß sie eine elastische Dehnung erfahren können, die bis zu zehn Prozent beträgt und somit erheblich größer als bei Federwerkstoffen aus Stahl oder Bronze der Fall ist, wird im Rahmen der Erfindung ausgenutzt, um aus einem solchen Federwerkstoff hergestellte Spannelemente einzusetzen, die elastisch gedehnt sind. Da der elastische Dehnungsbereich gegenüber einem Federstahl bis zu zehnmal größer ist, können bei erfindungsgemäßen Spannelementen die Toleranzen größer bemessen sein.

Der nutzbare Effekt ist bei dem erfindungsgemäßen Spannelement etwa um den Faktor drei gegenüber einer weiter oben erläuterten Schrumpfmuffe aus einer Formgedächtnislegierung vergrößert. Eine solche Schrumpfmuffe liegt bei der Montage im martensitischen Zustand vor und wandelt sich bei Temperaturerhöhung in die austenitische Form um. Dabei versucht die Schrumpfmuffe, die ursprünglich eingestellte, kleinere Form einzunehmen, wodurch die Haltekraft aufgebaut wird.

Das erfindungsgemäße Spannelement liegt bei Beginn der Montage bereits im austenitischen Zustand vor und wandelt sich beim elastischen Spannen bzw. Dehnen in den spannungsinduzierten, martensitischen Zustand um. Der nutzbare Effekt kann durch geometrische Gestaltung des Spannelements um ca. den Faktor drei gegenüber der bekannten Schrumpfmuffe vergrößert sein. Bei einem erfindungsgemäßen Spannelement treten bevorzugt keine Längungs-, d.h. Schrumpfungseffekte zur Erzeugung der Haltekraft auf, sondern nur Biegekräfte bzw. Scherkräfte.

Die folgenden Ausführungsbeispiele der Erfindung lassen weitere vorteilhafte Merkmale und Besonderheiten erken-

nen, die anhand der teilweise schematischen Darstellung in den Zeichnungen im folgenden näher beschrieben und erläutert werden. Es zeigen

- Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Spannelement in Form einer Druckfeder,
- Fig. 2 eine Druckfeder bei der Montage,
- Fig. 3 ein erfindungsgemäßes Verbindungselement mit einer Druckfeder,
- Fig. 4 ein erfindungsgemäßes Spannelement in Form einer Zugfeder,
- Fig. 5 eine Zugfeder bei der Montage,
- Fig. 6 ein erfindungsgemäßes Verbindungselement mit einer Zugfeder,
- Fig. 7 ein erfindungsgemäßes Verbindungselement mit einer Feder und einem Fugenelement,
- Fig. 8 ein erfindungsgemäßes Spannelement in Form einer Schenkelfeder,
- Fig. 9 eine Schenkelfeder bei der Montage,
- Fig. 10 ein erstes erfindungsgemäßes Verbindungselement mit einer Schenkelfeder,
- Fig. 11 ein zweites erfindungsgemäßes Verbindungselement mit einer Schenkelfeder,
- Fig. 12 ein erstes erfindungsgemäßes Verbindungselement in Form einer Spannhülse,
- Fig. 13 eine vorgespannte Spannhülse zu Fig. 12,
- Fig. 14 einen Querschnitt eines ersten erfindungsgemäßen Verbindungselements mit einer Spannhülse,
- Fig. 15 einen Längsschnitt zu Fig. 14,
- Fig. 16 ein erstes erfindungsgemäßes Verbindungselement mit Schenkelfeder und Spannhülse,
- Fig. 17 ein zweites erfindungsgemäßes Verbindungselement mit Schenkelfeder und Spannhülse,
- Fig. 18 ein zweites erfindungsgemäßes Verbindungselement in Form einer Spannhülse,

Fig. 19 eine vorgespannte Spannhülse zu Fig. 18,
Fig. 20 einen Querschnitt eines zweiten erfindungsgemäßen Verbindungselements mit einer Spannhülse,
Fig. 21 einen Längsschnitt zu Fig. 20,
Fig. 22 ein drittes erfindungsgemäßes Verbindungselement in Form einer Spannhülse,
Fig. 23 eine vorgespannte Spannhülse zu Fig. 22,
Fig. 24 einen Querschnitt eines dritten erfindungsgemäßen Verbindungselements mit einer Spannhülse,
Fig. 25 einen Längsschnitt zu Fig. 24,
Fig. 26 ein viertes erfindungsgemäßes Verbindungselement in Form einer Spannhülse,
Fig. 27 eine vorgespannte Spannhülse zu Fig. 27,
Fig. 28 einen Querschnitt eines vierten erfindungsgemäßen Verbindungselements mit einer Spannhülse,
Fig. 29 einen Längsschnitt zu Fig. 28,
Fig. 30 ein fünftes erfindungsgemäßes Verbindungselement in Form einer Spannhülse,
Fig. 31 eine vorgespannte Spannhülse zu Fig. 30,
Fig. 32 einen Querschnitt eines fünften erfindungsgemäßen Verbindungselements mit einer Spannhülse und
Fig. 33 einen Längsschnitt zu Fig. 32.

Die Figuren 1 bis 6 zeigen Seitenansichten erfindungsgemäßer Verbindungselemente, bei denen das Spannelement eine schraubenförmig gewundene Feder 1, 4, 7 umfaßt, in die in axialer Richtung mindestens ein zu verbindendes Bauelement 2 eingesetzt ist. Dabei kann die Feder zum Einsetzen des mindestens einen Bauelements elastisch verformt und vorgespannt und zum Bewirken der Verbindung teilentspannt werden, oder die Feder wird zur Bewirkung der Verbindung gespannt. Ferner kann vorgesehen sein, daß beim Einsetzen des mindestens einen Bauelements die Windungen der Feder

zur Vergrößerung des Durchmessers ihrer Windungen etwas aufgedreht werden.

In den Figuren 1 bis 3 ist das Spannelement eine Druckfeder 1. In Fig. 1 ist sie im entspannten Zustand dargestellt. Sie besteht aus einer Formgedächtnislegierung mit superelastischen Eigenschaften. Um zwei oder mehrere drahtförmige Bauelemente 2, 3 stirnseitig miteinander zu verbinden, wird die Druckfeder 1 beim Einsetzen der Bauelemente 2, 3 in axialer Richtung zusammengedrückt und vorgespannt. Dadurch vergrößert sich ihr Durchmesser, so daß die zu verbindenden Teile, wie in Fig. 2 dargestellt, eingeschoben werden können. Die Bauelemente 2, 3 werden auf ihren Stirnseiten zusammengepreßt, was in den Figuren der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt ist.

Die Druckfeder 1 wird dann, wie in Fig. 3 dargestellt ist, teilentspannt, wobei sie sich wieder in Längsrichtung ausdehnt und anstrebt, ihren ursprünglichen, kleineren Durchmesser zu erreichen. Dies wird zum Teil verhindert, da der Durchmesser der zu verbindenden Bauelemente 2, 3 größer als der ursprüngliche und jetzt angestrebte Innendurchmesser der Druckfeder 1 ist. Durch diese Teilentspannung entsteht ein Anpreßdruck der jetzt eng anliegenden Druckfeder 1 auf die zu fügenden Bauelemente 2, 3, der die gewünschten Haltekräfte der Fügeverbindung bewirkt. Die stirnseitig verbundenen Bauelemente 2, 3 sind in Fig. 3 aus Gründen der besseren Darstellbarkeit mit einem Abstand gezeichnet. Zum Lösen der Verbindung kann die Druckfeder 1 erforderlichenfalls wieder in eine Lage gemäß Fig. 2 zusammengedrückt werden, so daß die Bauelemente 2, 3 herausgezogen werden können.

Die Figuren 4 bis 6 zeigen eine Verbindung zweier Bauelemente 2, 3, die mittels einer in Fig. 4 im entlasteten

Zustand dargestellten Zugfeder 4 aus einem superelastischen Formgedächtnismaterial bewirkt wird. Die Zugfeder 4 ist vorzugsweise auf Block, d.h. Windung an Windung gewickelt. Ihre Windungen werden zum Einsetzen der zwei oder mehrerer Bauelemente 2, 3 etwas aufgedreht, so daß sich der Durchmesser ihrer Windungen vergrößert, und in axialer Richtung auseinandergezogen. Die Bauelemente 2, 3 werden, was der Übersichtlichkeit halber in Fig. 5 nicht dargestellt ist, mit ihren Stirnseiten zusammengeschoben, und die Zugfeder 4 wird teilentspannt. Sie nimmt dann eine Lage gemäß Fig. 6 ein, in der sowohl ihr Durchmesser als auch ihre Länge gegenüber der in Fig. 4 dargestellten Ausgangslage vergrößert und gegenüber der Lage gemäß Fig. 5 verkleinert sind. Hierbei entsteht ein Anpreßdruck auf die eingesetzten Bauelemente 2, 3, der die gewünschten Haltekräfte der Fügeverbindung bewirkt.

In Fig. 7 ist ein Querschnitt durch ein erfindungsgemäßes Verbindungselement mit einer Feder, die eine Druckfeder 1, eine Zugfeder 4 oder eine weiter unten beschriebene Schenkelfeder 7 sein kann, dargestellt. In sie sind zwei oder mehrere stirnseitig aneinander gefügte Bauelemente 2, 3 eingesetzt, die durch die Feder verbunden werden. Die zwei Bauelemente 2, 3 stoßen im Bereich der Feder 1, 4, 7 stirnseitig aneinander oder sind stirnseitig zueinander orientiert. Die Bauelemente 2, 3 sind vorzugsweise stab- bzw. rohrförmig ausgebildet und haben vorzugsweise einen runden Querschnitt. Andere, z.B. rechteckige oder quadratische Querschnitte sind aber ebenfalls möglich.

Alternativ ist es auch möglich, daß die Feder 1, 4, 7 nicht um zwei aneinander gefügte Bauelemente 2, 3, sondern um einen einstückigen Kern gewickelt ist, also in die Feder nur ein zu verbindendes Bauelement eingesetzt ist. Das eingesetzte Bauelement kann dann mittels der

Feder, beispielsweise eines Schenkels der Feder, mit einem anderen Teil verbunden werden.

Ein weiteres vorteilhaftes Merkmal, das in Fig. 7 dargestellt ist, kann darin bestehen, daß die zwei oder mehrere Bauelemente 2, 3 im Bereich ihrer Verbindungsstelle von einem Fugenelement, beispielsweise einem dünnwandigen Fugenrohr 5 oder mehreren Fugenschalen, umgeben sind, das die Haltekraft von der Feder auf die zu verbindenden Bauelemente 2, 3 überträgt.

Wenn die Oberflächen der zu verbindenden Bauelemente 2, 3 bzw. eines einstückigen Kerns sehr glatt sind, kann es vorteilhaft sein, wenn die Haltekkräfte dadurch verstärkt werden, daß ein im Eingriff mit dem Spannelement, d.h. der Feder stehender Abschnitt 6 des mindestens einen in die Feder eingesetzten und zu verbindenden Bauelements reibungserhöhend ausgebildet ist, beispielsweise durch Aufrauen, Strukturieren oder Beschichten. In besonderen Ausführungsformen kann auch vorgesehen sein, daß zwei oder mehrere zu verbindende Bauelemente 2, 3 in der Feder in einem Abschnitt 6 parallel nebeneinander angeordnet sind.

In den Figuren 8 bis 11 sind Ausführungsformen erfindungsgemäßer Verbindungselemente dargestellt, bei denen das Spannelement eine in Fig. 8 im entspannten Zustand dargestellte Schenkelfeder 7 mit zwei Schenkeln 8, 9 ist, die aus einer superelastischen Formgedächtnislegierung besteht. Sie kann in einer zu den oben beschriebenen Druckfedern 1 und Zugfedern 4 entsprechenden Weise verwendet werden, wobei auch die anhand von Fig. 7 weiter erläuterten Besonderheiten, beispielsweise einstückige Kerne, Fugenelemente und reibungserhöhende Ausbildungen möglich sind.

Gemäß einer ersten Variante, die in den Figuren 9 und 10 dargestellt ist, werden die Schenkel 8, 9 der Schenkelfeder 7 beim Einsetzen des mindestens einen Bauelements 2, 3 zur Vergrößerung des Durchmessers ihrer Windungen und zum Vorspannen der Schenkelfeder 7 entgegen der Wickelrichtung der Schenkelfeder 7 aufgebogen. Die Schenkel 8, 9 der Schenkelfeder 7 sind dann um einen bestimmten Versetzwinkel gegeneinander versetzt. Nachdem die zu verbindenden Bauelemente 2, 3 in die Schenkelfeder 7 eingeführt sind, wird die Schenkelfeder 7 zum Bewirken der Verbindung teilentspannt und nimmt eine Lage gemäß Fig. 10 ein. Dabei verringert sich der Durchmesser ihrer Windungen und es bildet sich die gewünschte Haltekraft auf die eingesetzten Bauelemente 2, 3 aus.

Alternativ ist es auch möglich, ausgehend von der entspannten Lage der Schenkelfeder 7 gemäß Figur 8 oder ausgehend von der vorgespannten Lage der Schenkelfeder 7 gemäß Fig. 9 die Schenkel 8, 9 der Schenkelfeder 7, nachdem die zu verbindenden Bauelemente 2, 3 in die Schenkelfeder 7 eingeführt sind, zur Verkleinerung des Durchmessers ihrer Windungen für das Bewirken der Verbindung in Wickelrichtung der Schenkelfeder über den entspannten Zustand hinaus zusammenzubiegen. Dabei spannt sich die Schenkelfeder 7 und verringert ihre Steigung, was bis zur Blockbildung durchgeführt werden kann, und ihren Durchmesser.

Die Durchmesserverringerng wird jedoch zum Teil durch die eingesetzten Bauelemente 2, 3 verhindert, sobald der Innendurchmesser der Schenkelfeder 7 auf den zu fügenden Teilen anliegt. Hierdurch entsteht ein Anpreßdruck, der die gewünschten Haltekkräfte der Fügeverbindung bewirkt. Je nachdem, ob die Schenkelfeder 7 in einem Zwischenschritt gemäß Fig. 9 aufgebogen wird oder nicht, sind

Bauelemente 2, 3 mit einem größeren oder kleineren Durchmesser als dem Windungsdurchmesser in die Schenkelfeder 7 einsetzbar.

Bei der in Fig. 11 dargestellten Variante wurden Bauelemente 2, 3, die im Durchmesser kleiner als die Schenkelfeder 7 sind, in einem Ausgangszustand gemäß Fig. 8 eingesetzt, und die Schenkel 8, 9 wurden in Wickelrichtung der Feder zusammengebogen. Dabei werden die Schenkel 8, 9 bevorzugt bis zu einer Orientierung zusammengebogen, in der sie in gleicher Richtung stehen. Es ist dann einfacher, die Schenkel 8, 9 zueinander zu fixieren, um dadurch die Aufrechterhaltung der Federspannung zu sichern.

Hierzu können die Schenkel 8, 9 beispielsweise nebeneinander liegen und mit einem Abschnitt aus einem Federrohr, der über die Schenkelenden 8, 9 geschoben ist und vorzugsweise aus einem superelastischen Formgedächtnismaterial besteht und somit einer nachfolgend beschriebenen Spannhülse 10 entspricht, zusammengehalten werden. Gleichzeitig können bei Bedarf in das andere Ende der Hülse, mittels der die gespannten Schenkel 8, 9 der Schenkelfeder 7 fixiert werden, ein oder mehrere weitere Teile eingeführt und ebenfalls verbunden werden.

Die Figuren 12 bis 15 veranschaulichen ein erstes erfindungsgemäßes Verbindungselement, bei dem das Spannelement eine Spannhülse 10 aus einem superelastischen Formgedächtnismaterial umfaßt. Ein Querschnitt durch die Spannhülse 10 ist in Fig. 12 dargestellt. Sie weist im entspannten Zustand vorzugsweise einen runden Querschnitt und im vorgespannten Zustand gemäß Fig. 13 und im teilentspannten Zustand gemäß Fig. 14 einen ovalen Querschnitt auf.

Zum Einführen der zu verbindenden Bauelemente 2, 3 in axialer Richtung in die Spannhülse 10 wird diese aus der in Fig. 12 dargestellten Position durch Zusammendrücken in die ovale Form gemäß Fig. 13 gebracht. Dabei wird sie elastisch verformt und vorgespannt. In diesem Zustand werden, wie in dem Querschnitt gemäß Fig. 14 dargestellt ist, die beiden zu verbindenden Bauelemente 2, 3 eingeführt und danach wird die Spannhülse 10 entlastet.

Durch die Entlastung wird die Spannhülse 10 teilentspannt und strebt an, ihren ursprünglichen, runden Ausgangszustand einzunehmen. Dies wird jedoch teilweise verhindert, da die eingesetzten Bauelemente 2, 3 zusammen ein größeres Maß ergeben als der ursprüngliche Innendurchmesser der Spannhülse 10. Hierdurch wird eine Kraft aufgebaut, die die zu verbindenden Bauelemente 2, 3 aneinanderpreßt und zuverlässig verbindet. Zum Lösen der Verbindung kann die Spannhülse 10 wieder in eine Form gemäß Fig. 13 zusammengedrückt und in die vorgespannte Lage gebracht werden, so daß die Bauelemente 2, 3 herausgezogen werden können.

Gegenüber einem konventionellen Federstahl oder einer Federbronze, die maximal um 0,5% elastisch gedehnt werden können, bietet die erfindungsgemäße Spannhülse 10 aus einer superelastischen Formgedächtnislegierung den Vorteil, daß sie bis zu 8% oder mehr elastisch gedehnt werden kann. Es ist daher möglich, größere Toleranzen zuzulassen, wobei beispielsweise die Hälfte des nutzbaren Dehnungsbereichs für die Fertigungstoleranzen und die andere Hälfte für die Aufrechterhaltung der elastischen Verformung und das Bewirken der Haltekräfte genutzt werden kann.

Auch gegenüber bekannten Schrumpfhülsen aus Formgedächtnislegierungen, die für Schrumpfverbindungen eingesetzt werden, bieten die erfindungsgemäßen Spannhülsen 10 erhebliche Vorteile, da größere Toleranzen und Maßabweichungen zugelassen werden können, ohne die Funktion zu beeinträchtigen. So kann zum Beispiel eine vorgedehnte Schrumpfhülse von einem Innendurchmesser von 0,80 mm maximal auf einen Innendurchmesser von 0,76 mm geschrumpft werden. Ein runder, superelastischer Rohrabschnitt einer Spannhülse 10 kann dagegen von einem Innendurchmesser von 0,80 mm bis auf einen Innendurchmesser von 0,47 mm zusammengedrückt werden, ohne daß eine bleibende Formänderung des vorgespannten Rohrs eintritt. Die Haltekräfte werden dabei durch elastische Verformungen, Biegekräfte und Dehnungen erzeugt.

In dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 12 bis 14 beträgt der Außendurchmesser der Spannhülse 10 im Ausgangszustand gemäß Fig. 12 1,00 mm und der Innendurchmesser 0,82 mm. In der vorgespannten Lage gemäß Fig. 13 beträgt ihr großer Außendurchmesser 1,62 mm, der große Innendurchmesser 1,44 mm, der kleine Außendurchmesser 0,64 mm und der kleine Innendurchmesser 0,46 mm. Der Durchmesser der beiden Bauelemente 2, 3 beträgt jeweils 0,45 mm, so daß in der teilentspannten Lage gemäß Fig. 14 die Spannhülse 10 folgende Abmessungen aufweist: großer Außendurchmesser 1,10 mm, großer Innendurchmesser 0,92 mm, kleiner Außendurchmesser 0,90 mm und kleiner Innendurchmesser 0,72 mm.

Fig. 15 zeigt einen Schnitt A - A' gemäß Fig. 14. Der Schnitt B - B' entspricht der Darstellung von Fig. 14. Man erkennt, daß in die rohrförmige Spannhülse 10 die zu verbindenden Bauelemente 2, 3 eingesetzt sind, die in der Spannhülse 10 in einem Abschnitt parallel nebeneinander

angeordnet sind. Alternativ können auch mehr als zwei zu verbindende Bauelemente in die Spannhülse 10 eingeführt werden. Ferner sind Ausführungsformen möglich, bei denen in die Spannhülse 10 zwei oder mehrere zu verbindende Bauelemente 2, 3 eingesetzt sind, die in der Spannhülse 10 stirnseitig aneinanderstoßen oder stirnseitig zueinander orientiert sind.

Die jeweiligen Enden der verbundenen Bauelemente 2, 3 können, wie in Fig. 15 dargestellt, im Innern der Spannhülse 10 liegen oder auch aus der Spannhülse 10 herausragen. Die von der Spannhülse 10 erzeugte Haltekraft wird durch die mechanischen Werkstoffeigenschaften, die Abmessungen, die geometrischen Verhältnisse und die Oberflächenbeschaffenheiten bestimmt. Wenn die Spannhülse 10 eine entsprechende Länge aufweist, kann mit ihr eine Zugfestigkeit der Verbindung erreicht werden, die höher ist als diejenige der verbundenen Bauelemente 2, 3.

Die Fig. 16 zeigt ein Verbindungselement, das die Funktion einer T-Abzweigung erfüllt. Um ein Bauelement 2 ist eine Schenkelfeder 7 gewickelt, deren Schenkel 8, 9 durch eine Spannhülse 10 fixiert sind. Auf diese Weise wird eine feste Verbindung zwischen der Schenkelfeder 7 und dem Bauelement 2 bewirkt. In die Spannhülse 10 ist ferner ein weiteres Bauelement 3 eingeführt und zusammen mit den Schenkeln 8, 9 befestigt. Es wird zusammen mit den Schenkeln 8, 9 von der Spannhülse 10 mittels elastischer Verformungskräfte gehalten.

In Fig. 17 ist eine Schenkelfeder 7 um ein Bauelement 2 gewickelt und mit diesem beispielsweise gemäß der in den Figuren 10 und 11 beschriebenen Weise verbunden. Der eine Schenkel 8 ist mittels einer Spannhülse 10 mit einem weiteren Bauelement 3 verbunden, und der andere Schenkel 9

ist mittels einer anderen Spannhülse 10a mit einem weiteren Bauelement 3a verbunden. Auf diese Weise können beispielsweise Kreuzverbindungen realisiert werden.

Die Figuren 18 bis 21 entsprechen den Figuren 12 bis 15 und veranschaulichen ein zweites erfindungsgemäßes Verbindungselement, bei dem in die Spannhülse 10 zwei oder mehrere zu verbindende Bauelemente 2, 3 eingesetzt sind, die in der Spannhülse 10 stirnseitig aneinanderstoßen bzw. stirnseitig zueinander orientiert sind. Die Spannhülse 10 kann im entspannten Zustand (Fig. 18) einen runden Querschnitt und im vorgespannten Zustand (Fig. 19) und im teilentspannten Zustand (Fig. 20) einen ovalen Querschnitt aufweisen. Der Querschnitt der zu verbindenden Teile ist in diesem Beispiel oval.

Die Figuren 22 bis 25 entsprechen den Figuren 12 bis 15 und veranschaulichen ein drittes erfindungsgemäßes Verbindungselement, bei dem in die Spannhülse 10 zwei stirnseitig zueinander orientierte Bauelemente 2, 3 eingesetzt sind. Die Spannhülse 10 kann im entspannten Zustand (Fig. 22) einen ovalen Querschnitt, im vorgespannten Zustand (Fig. 23) einen gegenüber dem entspannten Zustand verformten, z.B. runden oder ovalen Querschnitt und im teilentspannten Zustand (Fig. 24) einen ovalen Querschnitt aufweisen. Der Querschnitt der zu verbindenden Bauelemente 2, 3 ist in diesem Beispiel rund.

Die Figuren 26 bis 29 entsprechen den Fig. 12 bis 15 und veranschaulichen ein viertes erfindungsgemäßes Verbindungselement, bei dem in die Spannhülse 10 zwei zu verbindende Bauelemente 2, 3 eingesetzt sind, die in der Spannhülse 10 in einem Abschnitt parallel nebeneinander angeordnet sind. Die Spannhülse 10 kann im entspannten Zustand (Fig. 26) einen runden Querschnitt, im vorge-

spannten Zustand (Fig. 27) einen ovalen Querschnitt und im teilentspannten Zustand (Fig. 28) einen ovalen Querschnitt aufweisen. Der Querschnitt der zu verbindenden Bauelemente 2, 3 ist in diesem Beispiel rechteckig.

Die Figuren 30 bis 33 entsprechen den Figuren 12 bis 15 und veranschaulichen ein fünftes erfindungsgemäßes Verbindungselement, bei dem in die Spannhülse 10 drei zu verbindende Bauelemente 2, 3, 3a eingesetzt sind, die in der Spannhülse 10 in einem Abschnitt parallel nebeneinander angeordnet sind. Die Spannhülse 10 kann im entspannten Zustand (Fig. 30) einen runden oder ovalen Querschnitt, im vorgespannten Zustand (Fig. 31) einen dreiseitig in radialer Richtung verformten bzw. dreiseitig abgeflachten Querschnitt und im teilentspannten Zustand (Fig. 32) einen dreiseitig gewölbten Querschnitt aufweisen. Der Querschnitt der zu verbindenden Bauelemente 2, 3, 3a ist in diesem Beispiel rund.

Bezugszeichenliste

- 1 Druckfeder
- 2 erstes Bauelement
- 3 zweites Bauelement
- 3a weiteres Bauelement
- 4 Zugfeder
- 5 Fugenrohr
- 6 Abschnitt
- 7 Schenkelfeder
- 8 erster Schenkel
- 9 zweiter Schenkel
- 10 Spannhülse

Patentansprüche

1. Verbindungselement zum mechanischen Verbinden von Bauelementen (2, 3), umfassend ein elastisch verformbares Spannelement, das im elastisch verformten Zustand eine Haltekraft auf mindestens ein verbundenes Bauelement (2) ausübt, durch die eine kraftschlüssige Verbindung des mindestens einen Bauelements (2) mit dem Spannelement oder einem anderen Bauelement (3) bewirkt wird,
dadurch gekennzeichnet, daß
das Spannelement einen Federwerkstoff aus einer superelastischen Formgedächtnislegierung, insbesondere einer Nickel-Titan-Legierung, umfaßt, der in dem Spannelement elastisch gedehnt ist.
2. Verbindungselement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Spannelement eine schraubenförmig gewundene Feder (1, 4, 7) umfaßt, in die in axialer Richtung mindestens ein zu verbindendes Bauelement (2) eingesetzt ist.
3. Verbindungselement nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Feder (1, 4, 7) zum Einsetzen des mindestens einen Bauelements (2) elastisch verformt und vorgespannt und zum Bewirken der Verbindung teilentspannt wird.

4. Verbindungselement nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Feder (1, 4, 7) zum Bewirken der Verbindung gespannt wird.
5. Verbindungselement nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Feder eine Druckfeder (1) ist, die beim Einsetzen des mindestens einen Bauelements (2) in axialer Richtung zusammengedrückt wird.
6. Verbindungselement nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Feder eine Zugfeder (4) ist, die beim Einsetzen des mindestens einen Bauelements (2) in axialer Richtung auseinandergezogen wird.
7. Verbindungselement nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß beim Einsetzen des mindestens einen Bauelements (2) die Windungen der Feder (1, 4) zur Vergrößerung des Durchmessers ihrer Windungen etwas aufgedreht werden.
8. Verbindungselement nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Feder eine Schenkelfeder (7) ist.
9. Verbindungselement nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schenkel (8, 9) der Schenkelfeder (7) beim Einsetzen des mindestens einen Bauelements (2) zur Vergrößerung des Durchmessers ihrer Windungen und zum Vorspannen der Schenkelfeder (7) entgegen der Wickelrichtung der Schenkelfeder (7) aufgebogen werden.

10. Verbindungselement nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schenkelfeder (7) zum Bewirken der Verbindung teilentspannt wird.
11. Verbindungselement nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schenkel (8, 9) der Schenkelfeder (7) zur Verkleinerung des Durchmessers ihrer Windungen für das Bewirken der Verbindung in Wickelrichtung der Schenkelfeder (7) über den entspannten Zustand hinaus zusammengebogen werden.
12. Verbindungselement nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schenkelfeder (7) beim Einsetzen des mindestens einen zu verbindenden Bauelements (2) entspannt ist und die Schenkel (8, 9) der Schenkelfeder (7) zur Verkleinerung des Durchmessers ihrer Windungen und zum Erzeugen einer Spannung in der Schenkelfeder (7) für das Bewirken der Verbindung in Wickelrichtung der Schenkelfeder (7) zusammengebogen werden.
13. Verbindungselement nach einem der Ansprüche 2 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß in die Feder (1, 4, 7) ein zu verbindendes Bauelement (2) eingesetzt ist.
14. Verbindungselement nach einem der Ansprüche 2 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß in die Feder (1, 4, 7) mindestens zwei zu verbindende Bauelemente (2, 3) eingesetzt sind.
15. Verbindungselement nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens zwei Bauelemente (2, 3) stirnseitig aneinanderstoßen oder stirnseitig zueinander orientiert sind.

16. Verbindungselement nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß verbundene Bauelemente (2, 3) im Bereich ihrer Verbindungsstelle von einem Fugenelement, insbesondere einem Fugenrohr (5) oder mehreren Fugenschalen, umgeben sind, das die Haltekraft von der Feder (1, 4, 7) auf die zu verbindenden Bauelemente (2, 3) überträgt.
17. Verbindungselement nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß verbundene Bauelemente (2, 3) in der Feder (1, 4, 7) in einem Abschnitt (6) parallel nebeneinander angeordnet sind.
18. Verbindungselement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Spannelement eine Spannhülse (10) umfaßt, in die in axialer Richtung mindestens ein zu verbindendes Bauelement (2) eingesetzt ist, wobei die Spannhülse (10) zum Einsetzen des mindestens einen Bauelements (2) durch Zusammendrücken elastisch verformt und vorgespannt und zum Bewirken der Verbindung teilentspannt wird.
19. Verbindungselement nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Spannhülse (10) im entspannten Zustand einen runden Querschnitt und im vorgespannten und teilentspannten Zustand einen ovalen Querschnitt aufweist.
20. Verbindungselement nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Spannhülse (10) im entspannten Zustand einen ovalen Querschnitt, im vorgespannten Zustand einen gegenüber dem entspannten Zustand verformten, z.B. runden oder ovalen Querschnitt, und im teilentspannten Zustand einen ovalen Querschnitt aufweist.

21. Verbindungselement nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Spannhülse (10) im entspannten Zustand einen runden oder ovalen Querschnitt, im vorgespannten Zustand einen dreiseitig in radialer Richtung verformten Querschnitt und im teilentspannten Zustand einen dreiseitig gewölbten Querschnitt aufweist.
22. Verbindungselement nach einem der Ansprüche 18 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß in die Spannhülse (10) zwei oder mehrere zu verbindende Bauelemente (2, 3) eingesetzt sind, die in der Spannhülse (10) in einem Abschnitt (6) parallel nebeneinander angeordnet sind.
23. Verbindungselement nach einem der Ansprüche 18 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, daß in die Spannhülse (10) zwei oder mehrere zu verbindende Bauelemente (2, 3) eingesetzt sind, die in der Spannhülse (10) stirnseitig aneinanderstoßen oder stirnseitig zueinander orientiert sind.
24. Verbindungselement nach Anspruch 8 und einem der Ansprüche 18 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, daß in die Spannhülse (10) mindestens einer der Schenkel (8, 9) der Schenkelfeder (7) eingesetzt ist.
25. Verbindungselement nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet**, daß in die Spannhülse (10) beide Schenkel (8, 9) der Schenkelfeder (7) eingesetzt sind.
26. Verbindungselement nach Anspruch 24 oder 25, **dadurch gekennzeichnet**, daß in die Spannhülse (10) ein weiteres zu verbindendes Bauelement (3) eingesetzt ist,

das in der Spannhülse (10) neben dem mindestens einen Schenkel (8) der Schenkelfeder (7) angeordnet ist.

27. Verbindungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 26, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein im Eingriff mit dem Spannelement stehender Abschnitt (6) des mindestens einen zu verbindenden Bauelements (2) reibungserhöhend ausgebildet ist.

1/11

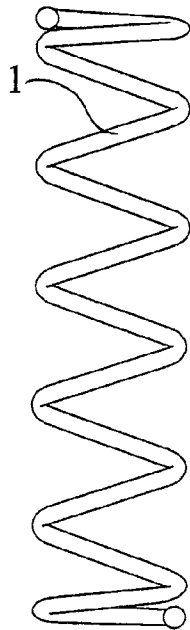


Fig. 1

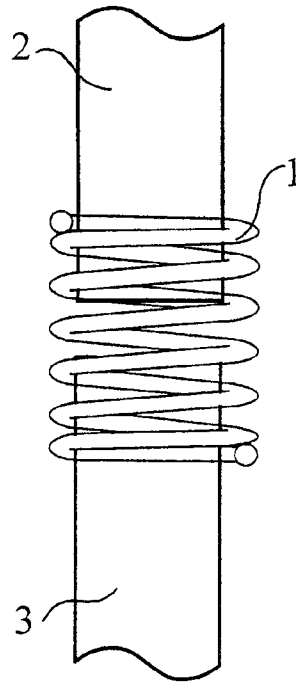


Fig. 2

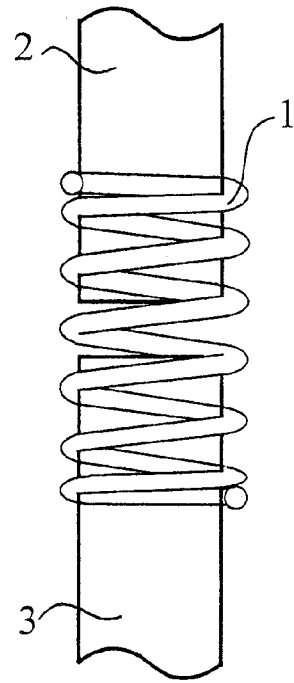


Fig. 3

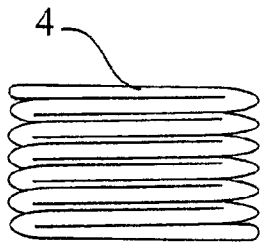


Fig. 4

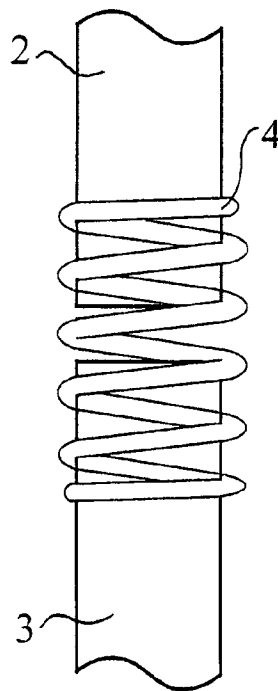


Fig. 5

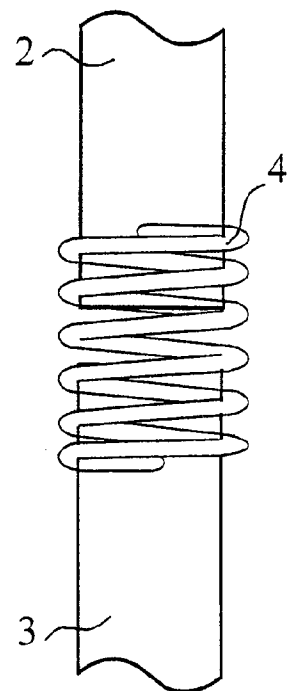


Fig. 6

2/11

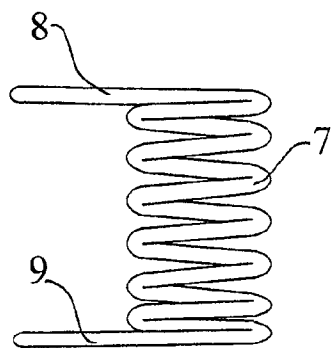


Fig. 8

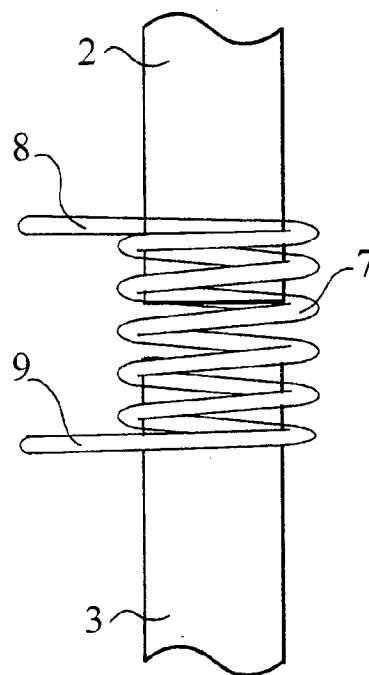


Fig. 9

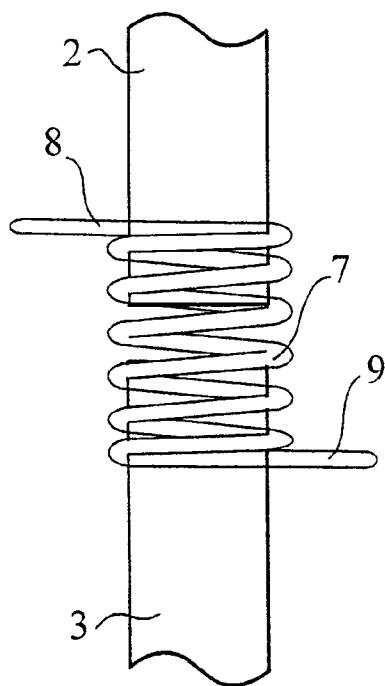


Fig. 10

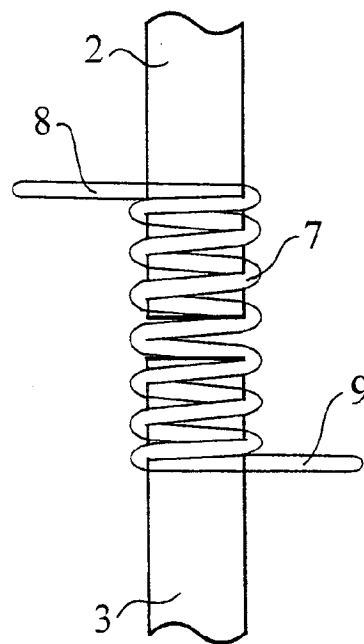


Fig. 11

3/11

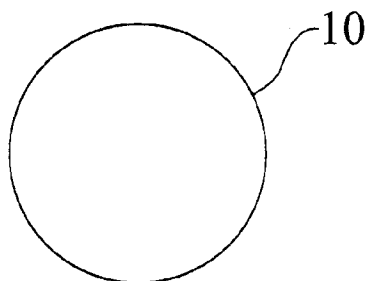


Fig. 12

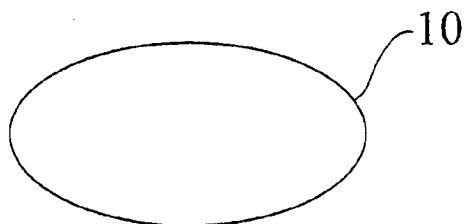


Fig. 13

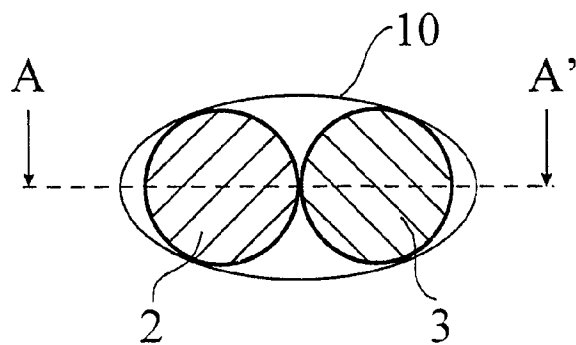


Fig. 14

4/11

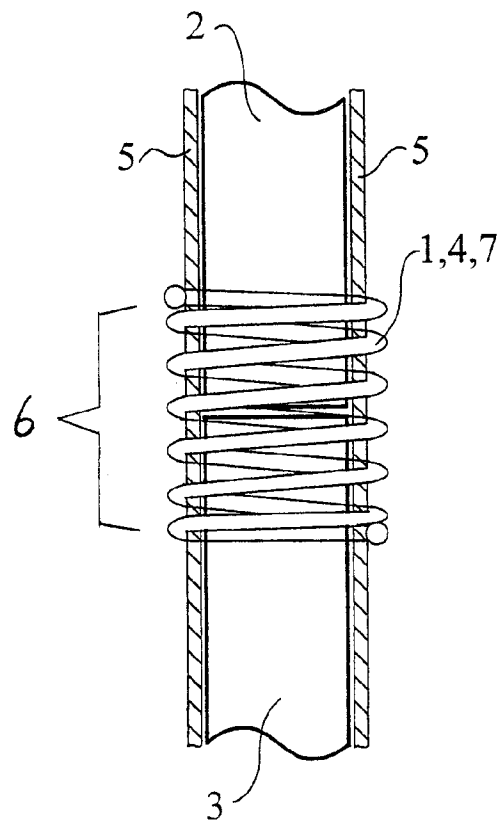


Fig. 7

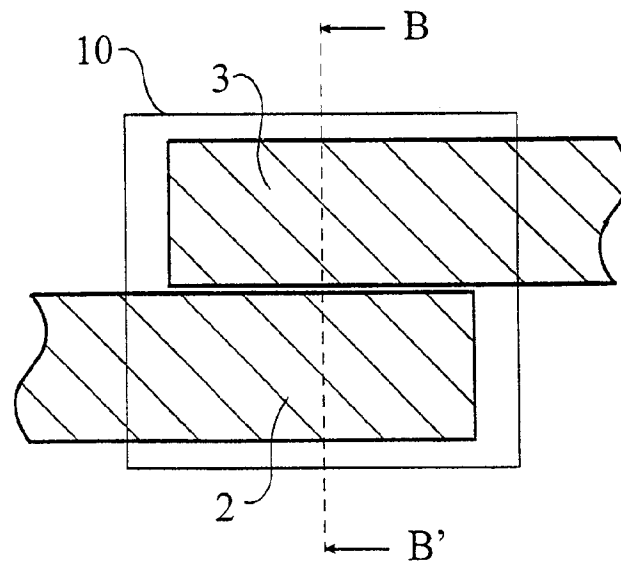


Fig. 15

5/11

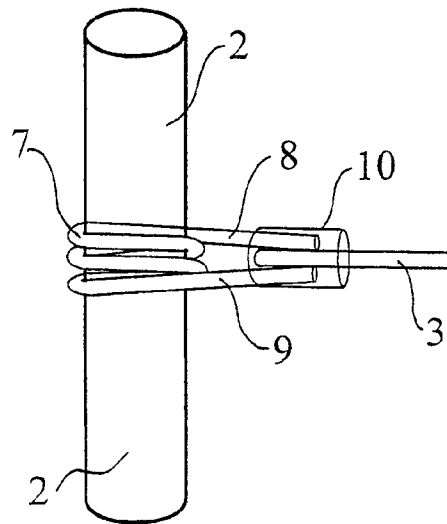


Fig. 16

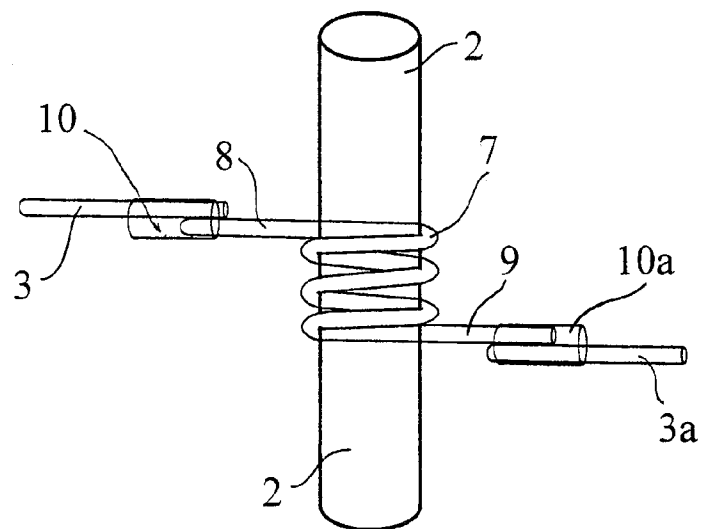


Fig. 17

6/11

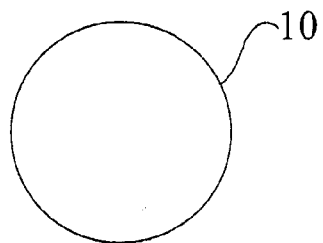


Fig. 18

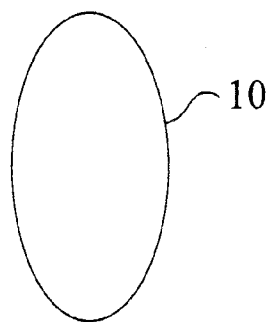


Fig. 19

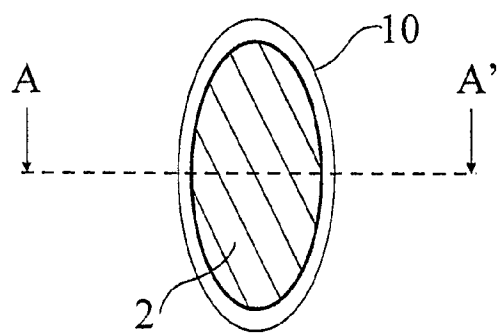


Fig. 20

7/11

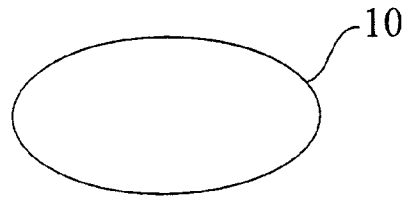


Fig. 22

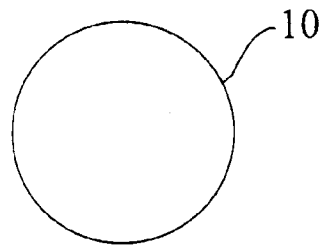


Fig. 23

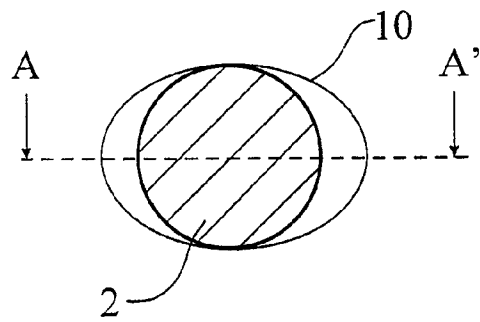


Fig. 24

8/11

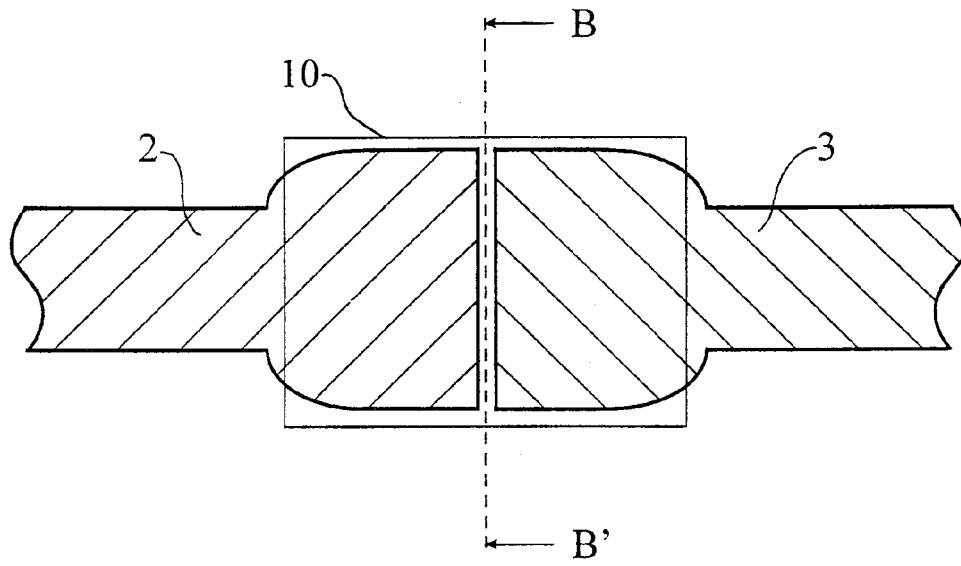


Fig. 21

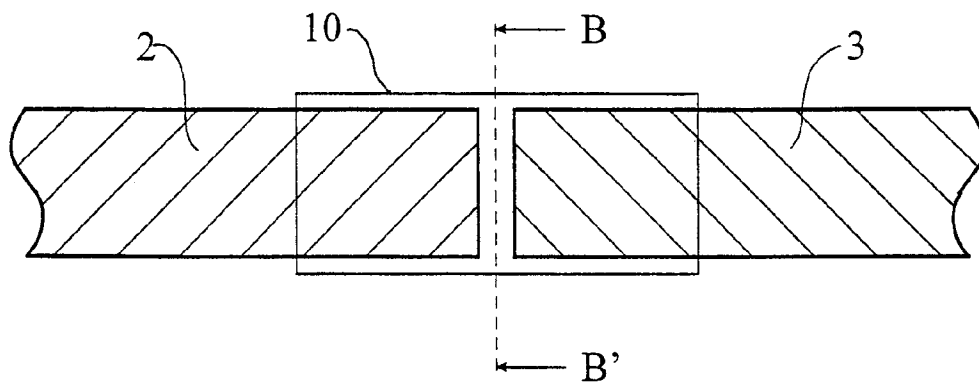


Fig. 25

9/11

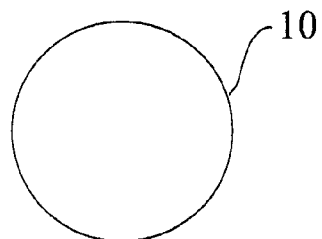


Fig. 26

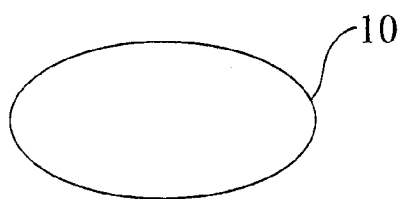


Fig. 27

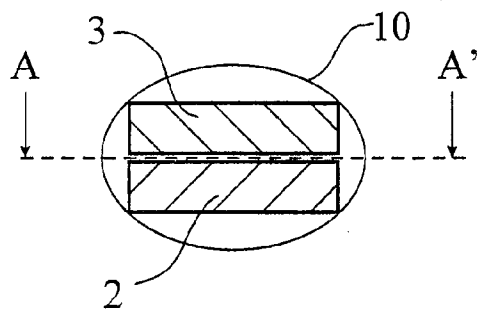


Fig. 28

10/11

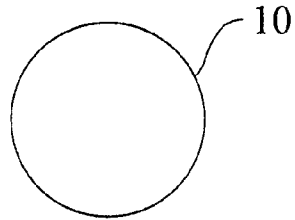


Fig. 30

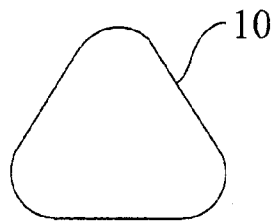


Fig. 31

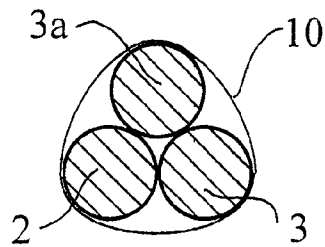


Fig. 32

11/11

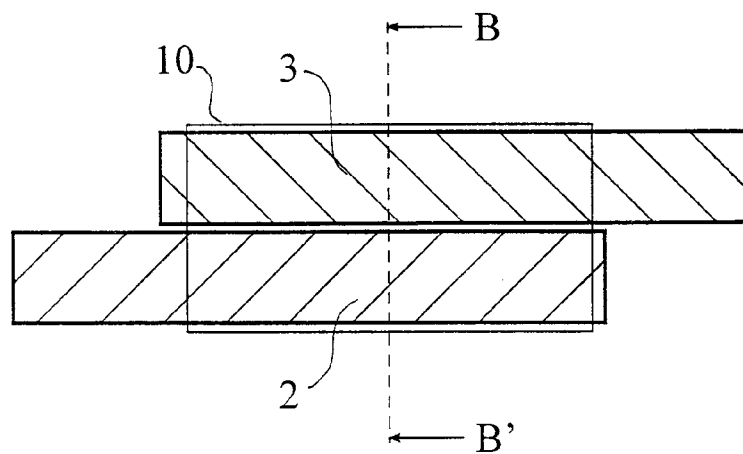


Fig. 29

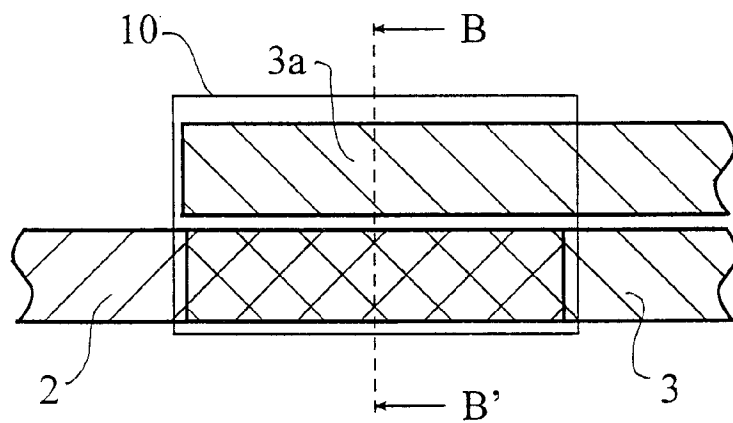


Fig. 33

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 99/01691

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F16B7/04 F16B1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F16B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 96 27744 A (BETA GROUP) 12 September 1996 (1996-09-12) page 2, line 6 - line 24 page 3, line 10 - line 14 page 6, line 1 - line 9 page 6, line 20 - line 26; figures 1,5-7 ---	1
X	WO 89 12175 A (RAYCHEM LTD ;RAYCHEM PONTOISE SA (FR)) 14 December 1989 (1989-12-14) claims 1-4,13-16; figures 4-5B ---	1
A	---	2,3, 13-15
A	US 4 296 955 A (MARTIN CHARLES L) 27 October 1981 (1981-10-27) column 3, line 15 - line 33 column 7, line 16 - line 54; figures 5A-6B ---	1,2, 13-16
	-/--	



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 October 1999

Date of mailing of the international search report

03/11/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Martin, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int: lational Application No
PCT/DE 99/01691

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 30 07 307 A (BBC BROWN BOVERI & CIE) 23 July 1981 (1981-07-23) page 6, line 14 -page 7, line 22; figures 1-3 -----	1,18,23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 99/01691

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9627744	A	12-09-1996	US 5584631 A	17-12-1996
WO 8912175	A	14-12-1989	EP 0377013 A	11-07-1990
			JP 3501153 T	14-03-1991
US 4296955	A	27-10-1981	SE 444060 B	17-03-1986
			AU 518187 B	17-09-1981
			AU 1289076 A	13-10-1977
			BE 840619 A	11-10-1976
			CA 1079325 A	10-06-1980
			DE 2615683 A	14-10-1976
			ES 446855 A	01-10-1977
			FR 2306783 A	05-11-1976
			FR 2306784 A	05-11-1976
			FR 2306785 A	05-11-1976
			GB 1554431 A	24-10-1979
			GB 1554433 A	24-10-1979
			IL 49377 A	30-11-1986
			IT 1063365 B	11-02-1985
			JP 51123915 A	29-10-1976
			JP 1609773 C	15-07-1991
			JP 2028756 B	26-06-1990
			JP 61180088 A	12-08-1986
			NL 7603810 A,B,	12-10-1976
			SE 7504069 A	11-10-1976
			ZA 7602157 A	27-04-1977
DE 3007307	A	23-07-1981	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/01691

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F16B7/04 F16B1/00

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F16B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 96 27744 A (BETA GROUP) 12. September 1996 (1996-09-12) Seite 2, Zeile 6 - Zeile 24 Seite 3, Zeile 10 - Zeile 14 Seite 6, Zeile 1 - Zeile 9 Seite 6, Zeile 20 - Zeile 26; Abbildungen 1,5-7 ---	1
X	WO 89 12175 A (RAYCHEM LTD ; RAYCHEM PONTOISE SA (FR)) 14. Dezember 1989 (1989-12-14) Ansprüche 1-4,13-16; Abbildungen 4-5B ---	1
A	---	2,3, 13-15
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Oktober 1999

Abschließdatum des internationalen Recherchenberichts

03/11/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Martin, C

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 296 955 A (MARTIN CHARLES L) 27. Oktober 1981 (1981-10-27) Spalte 3, Zeile 15 - Zeile 33 Spalte 7, Zeile 16 - Zeile 54; Abbildungen 5A-6B ---	1,2, 13-16
A	DE 30 07 307 A (BBC BROWN BOVERI & CIE) 23. Juli 1981 (1981-07-23) Seite 6, Zeile 14 - Seite 7, Zeile 22; Abbildungen 1-3 -----	1,18,23

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/01691

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9627744 A	12-09-1996	US 5584631 A	17-12-1996
WO 8912175 A	14-12-1989	EP 0377013 A	11-07-1990
		JP 3501153 T	14-03-1991
US 4296955 A	27-10-1981	SE 444060 B	17-03-1986
		AU 518187 B	17-09-1981
		AU 1289076 A	13-10-1977
		BE 840619 A	11-10-1976
		CA 1079325 A	10-06-1980
		DE 2615683 A	14-10-1976
		ES 446855 A	01-10-1977
		FR 2306783 A	05-11-1976
		FR 2306784 A	05-11-1976
		FR 2306785 A	05-11-1976
		GB 1554431 A	24-10-1979
		GB 1554433 A	24-10-1979
		IL 49377 A	30-11-1986
		IT 1063365 B	11-02-1985
		JP 51123915 A	29-10-1976
		JP 1609773 C	15-07-1991
		JP 2028756 B	26-06-1990
		JP 61180088 A	12-08-1986
		NL 7603810 A,B,	12-10-1976
		SE 7504069 A	11-10-1976
		ZA 7602157 A	27-04-1977
DE 3007307 A	23-07-1981	KEINE	